

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JP650 U.S. PTO  
09/558588  
04/26/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 4月27日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第120121号

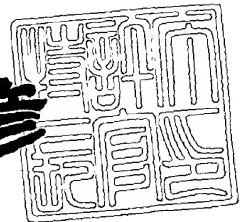
出 願 人  
Applicant(s):

日立電線株式会社

2000年 1月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3093218

【書類名】 特許願

【整理番号】 HD110345

【提出日】 平成11年 4月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立電線株式会社  
日高工場内

【氏名】 柴田 憲治

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市木田余町 3 5 5 0 番地 日立電線株式会社  
アドバンスリサーチセンタ内

【氏名】 柴田 真佐知

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市木田余町 3 5 5 0 番地 日立電線株式会社  
アドバンスリサーチセンタ内

【氏名】 今野 泰一郎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市木田余町 3 5 5 0 番地 日立電線株式会社  
アドバンスリサーチセンタ内

【氏名】 金田 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立電線株式会社  
日高工場内

【氏名】 野口 雅弘

【特許出願人】

【識別番号】 000005120

【氏名又は名称】 日立電線株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068021

【弁理士】

【氏名又は名称】 絹谷 信雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014269

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 AlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性を有する基板上に、少なくともAlGaInP系化合物半導体からなるn型クラッド層と、該n型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成のAlGaInP系化合物半導体からなる活性層と、該活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成のp型AlGaInP系化合物半導体からなるクラッド層と、GaPからなるp型ウィンドウ層とを積層したAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハにおいて、上記p型クラッド層と上記p型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが上記p型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられていることを特徴とするAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項2】 導電性を有する基板上に、少なくともAlGaInP系化合物半導体からなるn型クラッド層と、該n型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成のAlGaInP系化合物半導体からなる活性層と、該活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成のp型AlGaInP系化合物半導体からなるクラッド層と、GaPからなるp型ウィンドウ層とを積層したAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハにおいて、上記p型クラッド層と上記p型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが上記活性層よりも大きく、上記p型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられていることを特徴とするAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項3】 上記介在層の導電型がp型である請求項1または2に記載のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項4】 上記介在層のキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下である請求項3に記載のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項5】 上記介在層が上記p型クラッド層と格子整合する材料からなる請求項1または2に記載のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ

【請求項6】 上記介在層がAlGaInP、GaInP、AlInP、GaAs、AlGaAs、GaAsP、InGaAsPの中でp型導電性クラッド層よりもバンドギャップが小さい混晶比のものからなる請求項1または2に記載のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項7】 上記GaPからなるp型ウィンドウ層の代わりに、 $Ga_x In_{1-x}P$  ( $0 < x \leq 1$ )、 $Al_y In_{1-y}P$  ( $0 < y \leq 1$ )あるいは $Al_z Ga_{1-z}P$  ( $0 < z \leq 1$ )が用いられている請求項1または2に記載のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ。

【請求項8】 導電性を有する基板上に、少なくともAlGaInP系化合物半導体からなるn型クラッド層と、該n型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成のAlGaInP系化合物半導体からなる活性層と、該活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成のp型AlGaInP系化合物半導体からなるクラッド層と、GaPからなるp型ウィンドウ層とを積層した積層体に電極を設けた発光素子において、上記p型クラッド層と上記p型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが上記p型クラッド層より小さい材料からなる介在層が設けられていることを特徴とする発光素子。

【請求項9】 導電性を有する基板上に、少なくともAlGaInP系化合物半導体からなるn型クラッド層と、該n型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成のAlGaInP系化合物半導体からなる活性層と、該活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成のp型AlGaInP系化合物半導体からなるクラッド層と、GaPからなるp型ウィンドウ層とを積層した積層体に電極を設けた発光素子において、上記p型クラッド層と上記p型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが上記活性層よりも大きく、上記p型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられていることを特徴とする発光素子。

【請求項10】 上記介在層の導電型がp型である請求項8または9に記載の発光素子。

【請求項 11】 上記 p 型介在層のキャリア濃度が  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以上  $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下である請求項 10 に記載の発光素子。

【請求項 12】 上記介在層が上記 p 型クラッド層と格子整合する材料からなる請求項 8 または 9 に記載の発光素子。

【請求項 13】 上記介在層が  $\text{AlGaInP}$ 、 $\text{GaInP}$ 、 $\text{AlInP}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{AlGaAs}$ 、 $\text{GaAsP}$ 、 $\text{InGaAsP}$  の中で p 型導電性クラッド層よりもバンドギャップが小さい混晶比のものからなる請求項 8 または 9 に記載の発光素子。

【請求項 14】 上記  $\text{GaP}$  からなる p 型ウィンドウ層の代わりに、 $\text{Ga}_x \text{In}_{1-x} \text{P}$  ( $0 < x \leq 1$ )、 $\text{Al}_y \text{In}_{1-y} \text{P}$  ( $0 < y \leq 1$ ) あるいは  $\text{Al}_z \text{Ga}_{1-z} \text{P}$  ( $0 < z \leq 1$ ) が用いられている請求項 8 または 9 に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、 $\text{AlGaInP}$  系発光素子（波長としては  $650 \text{ nm}$ （赤色）から  $550 \text{ nm}$ （黄緑）の領域）用エピタキシャルウェハ及び発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、 $\text{AlGaInP}$  系エピタキシャルウェハを用いて製造する発光素子としての高輝度の赤色及び黄色発光ダイオードの需要が大幅に伸びている。主な需要は、交通信号、自動車のテールランプ、フォグランプ、屋外表示板、フルカラーディスプレイ等である。

【0003】

図 4 は発光波長  $590 \text{ nm}$  の  $\text{AlGaInP}$  系発光ダイオード用エピタキシャルウェハの構造図である。

【0004】

同図に示すエピタキシャルウェハは、n 型  $\text{GaAs}$  基板 1 の上に、n 型  $\text{GaAs}$  バッファ層 2、n 型  $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.5} \text{In}_{0.5} \text{P}$  クラッド層 3、アンドープ  $(\text{Al}_{0.1} \text{Ga}_{0.9})_{0.5} \text{In}_{0.5} \text{P}$  活性層 4、p 型  $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.5} \text{In}_{0.5} \text{P}$  クラッド層 5、p 型  $\text{GaAs}$  層 6 からなる。

)  $0.5 \text{ In}_{0.5} \text{ P}$  層 5 及び p 型  $\text{Ga P}$  ウィンドウ層 6 を順次エピタキシャル成長させたものである。

#### 【0005】

全てのエピタキシャル層 2～6 は有機金属気相成長法（以下「MOVPE」という。）によって成長させたものである。発光ダイオードのウィンドウ層としては、 $\text{AlGaAs}$  層（Al 組成 0.6 以上）が用いられることもあるが、光の取り出し効率及び劣化しやすさの観点で考えると、バンドギャップが大きく、酸化され難い  $\text{Ga P}$  層の方がウィンドウ層として適している。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、 $\text{Ga P}$  ウィンドウ層には以下のような問題がある。

#### 【0007】

図 5 は図 4 に示した  $\text{AlGaInP}$  系発光ダイオード用エピタキシャルウェハの p 型  $\text{Ga P}$  ウィンドウ層 6 と p 型  $\text{AlGaInP}$  クラッド層 5 のヘテロ界面付近のバンド構造の説明図である。なお、図中矢印 A は順方向電圧を印加したときの正孔の移動方向を示している。

#### 【0008】

p 型  $\text{Ga P}$  ウィンドウ層 6 と p 型  $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.5} \text{In}_{0.5} \text{P}$  クラッド層 5 とでは、電子親和力の差（バンド不連続）に起因して、ヘテロ界面に大きな電位障壁（破線円 B 内の電位障壁が正孔の移動の妨げとなる）が発生する。この電位障壁は、発光ダイオード通電時に、p 型  $\text{Ga P}$  ウィンドウ層 6 から p 型  $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.5} \text{In}_{0.5} \text{P}$  クラッド層 5 への正孔の移動を妨げる要因になる。その結果、発光ダイオードの順方向電圧（動作電圧：20mA 通電時の電圧）が高くなってしまう。一般に順方向電圧が高い発光ダイオードは信頼性が低い。p 型  $\text{Ga P}$  ウィンドウ層 6 を用いた発光ダイオードにおいては、順方向電圧を低減させることが大きな課題である。

#### 【0009】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、順方向電圧の低い発光素子が得られる  $\text{AlGaInP}$  系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子を提供す

ることにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハは、基板上に、少なくとも AlGaInP 系化合物半導体からなる n 型クラッド層と、n 型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成の AlGaInP 系化合物半導体からなる活性層と、活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成の p 型 AlGaInP 系化合物半導体からなるクラッド層と、GaP からなる p 型ウィンドウ層とを積層した AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハにおいて、p 型クラッド層と p 型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが p 型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられているものである。

#### 【0011】

また本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハは、導電性を有する基板上に、少なくとも AlGaInP 系化合物半導体からなる n 型クラッド層と、n 型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成の AlGaInP 系化合物半導体からなる活性層と、活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成の p 型 AlGaInP 系化合物半導体からなるクラッド層と、GaP からなる p 型ウィンドウ層とを積層した AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハにおいて、p 型クラッド層と p 型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが活性層よりも大きく、p 型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられているものである。

#### 【0012】

上記構成に加え本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハは、介在層の導電型が p 型であるのが好ましい。

#### 【0013】

上記構成に加え本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハは、介在層のキャリア濃度が  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以上  $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下であるのが好ましい。



## 【0014】

上記構成に加え本発明の  $\text{AlGaInP}$  系発光素子用エピタキシャルウェハは、介在層が  $p$  型クラッド層と格子整合する材料からなるのが好ましい。

## 【0015】

上記構成に加え本発明の  $\text{AlGaInP}$  系発光素子用エピタキシャルウェハは、介在層が  $\text{AlGaInP}$ 、 $\text{GaInP}$ 、 $\text{AlInP}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{AlGaAs}$ 、 $\text{GaAsP}$ 、 $\text{InGaAsP}$  の中で  $p$  型導電性クラッド層よりもバンドギャップが小さい混晶比のものが用いられるのが好ましい。

## 【0016】

上記構成に加え本発明の  $\text{AlGaInP}$  系発光素子用エピタキシャルウェハは、 $\text{GaP}$  からなる  $p$  型ウィンドウ層の代わりに、 $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{P}$  ( $0 < x \leq 1$ )、 $\text{Al}_y\text{In}_{1-y}\text{P}$  ( $0 < y \leq 1$ ) あるいは  $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{P}$  ( $0 < z \leq 1$ ) を用いてもよい。

## 【0017】

本発明の発光素子は、導電性を有する基板上に、少なくとも  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなる  $n$  型クラッド層と、 $n$  型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成の  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなる活性層と、活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成の  $p$  型  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなるクラッド層と、 $\text{GaP}$  からなる  $p$  型ウィンドウ層とを積層した積層体に電極を設けた発光素子において、 $p$  型クラッド層と  $p$  型ウィンドウ層との間に、バンドギャップエネルギーが  $p$  型クラッド層より小さい材料からなる介在層が設けられているものである。

## 【0018】

また本発明の発光素子は、導電性を有する基板上に、少なくとも  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなる  $n$  型クラッド層と、 $n$  型クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さい組成の  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなる活性層と、活性層よりバンドギャップエネルギーが大きい組成の  $p$  型  $\text{AlGaInP}$  系化合物半導体からなるクラッド層と、 $\text{GaP}$  からなる  $p$  型ウィンドウ層とを積層した積層体に電極を設けた発光素子において、 $p$  型クラッド層と  $p$  型ウィンドウ層と

の間に、バンドギャップエネルギーが活性層よりも大きく、p型クラッド層よりも小さい材料からなる介在層が設けられているものである。

【0019】

上記構成に加え本発明の発光素子は、介在層の導電型がp型であるのが好ましい。

【0020】

上記構成に加え本発明の発光素子は、p型介在層のキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であるのが好ましい。

【0021】

上記構成に加え本発明の発光素子は、介在層がp型クラッド層と格子整合する材料からなるのが好ましい。

【0022】

上記構成に加え本発明の発光素子は、介在層がAlGaInP、GaInP、AlInP、GaAs、AlGaAs、GaAsP、InGaAsPの中でp型導電性クラッド層よりもバンドギャップが小さい混晶比のものが用いられるのが好ましい。

【0023】

上記構成に加え本発明の発光素子は、GaPからなるp型ウィンドウ層の代わりに、 $\text{Ga}_x \text{In}_{1-x} \text{P}$  ( $0 < x \leq 1$ )、 $\text{Al}_y \text{In}_{1-y} \text{P}$  ( $0 < y \leq 1$ )あるいは $\text{Al}_z \text{Ga}_{1-z} \text{P}$  ( $0 < z \leq 1$ )を用いてもよい。

【0024】

本発明によれば、p型AlGaInPクラッド層とp型GaPウィンドウ層との間に、p型AlGaInP層よりもバンドギャップの小さい介在層を設けることによって、p型AlGaInPクラッド層とp型GaP層とのヘテロ界面の電位障壁の発生が抑制され、発光ダイオードの順方向電圧が低下する。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子の一実施の形態を説明する。なお、図4に示した従来例と同様の部材について

は同様の符号を用いた。

【0026】

本発明のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハの特徴は、p型AlGaInPクラッド層5とp型GaPウインドウ層6との間に、p型AlGaInP層よりもバンドギャップの小さい介在層を設けた点にある。

【0027】

図2は本発明のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子による発光ダイオードの順方向電圧が低減できる理由の説明図である。

【0028】

p型 $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ クラッド層5とp型GaPウインドウ層6との間に、介在層を設けることによって、p型 $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ クラッド層5とp型GaPウインドウ層6とのヘテロ界面の電位障壁の発生が抑制される（図2の破線円Cで示した電位障壁は図5の破線円Bで示した電位障壁よりも小さくなっている。）。このAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハを用いて発光ダイオードを形成することにより、順方向電圧を低下させることができる。

【0029】

【実施例】

図1は本発明のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハの一実施例を示す構造図である。本実施例では発光波長625nm付近の赤色発光ダイオード用エピタキシャルウェハの場合で説明する。

【0030】

図1に示すAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハは、n型GaAs基板1上に、MOVPE法で、n型（Seドープ）GaAsバッファ層2、n型（Seドープ） $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ クラッド層3、アンドープ $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ 活性層（以下「活性層」という。）4、p型（Znドープ） $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ クラッド層（以下「p型クラッド層」という。）5を順次成長させ、このp型クラッド層5の上に、本発明の主要部である介在層としてのp型 $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ 層

(以下「順方向電圧低減層」という。) 7をMOVPE法により100nm成長させ、p型(Znドープ)GaPウィンドウ層6を10 $\mu$ m成長させたエピタキシャル層2～7からなるものである。なお比較例として、順方向電圧低減層を形成せずp型(Znドープ)GaPを10 $\mu$ m成長させたものを作製した。

【0031】

全てのエピタキシャル層2～7の成長は、成長温度700℃、成長圧力50 Torr、各エピタキシャル層2～7の成長速度は0.3～3.0nm/s、V/III比は100～600で行った。その後、エピタキシャルウェハを加工して、発光ダイオードを作製した。

【0032】

発光ダイオードのチップの大きさは、300 $\mu$ m角で、チップ下面全体にn型電極を形成し、チップ上面に直径150 $\mu$ mの円形のp型電極を形成した。n型電極は、金ゲルマニウム、ニッケル、金をそれぞれ60nm、10nm、500nmの順に蒸着し、p型電極は、金亜鉛、ニッケル、金をそれぞれ60nm、10nm、1000nmの順に蒸着した。さらに、このチップをステム組して、樹脂モールドまで行い、発光ダイオードの発光特性、電圧－電流特性を調べた。

【0033】

図3は本発明の発光素子の発光特性図であり、横軸が順方向電圧を示し、縦軸が順方向電流を示す。

【0034】

同図において実線が本発明の発光素子((Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる順方向電圧低減層7を設けたもの)の発光特性を示し、破線が従来の発光素子の発光特性を示している。

【0035】

本発明のAlGaInP系発光素子用エピタキシャルウェハを用いた発光ダイオードの順方向電圧は、従来の発光ダイオードの順方向電圧2.40Vに対して1.80Vと大きく低減することができた。

【0036】

発光ダイオードの順方向電圧の最低値は活性層4のバンドギャップで決まるも

のであり、この順方向電圧 1.80V という値は、本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハの活性層 4 のバンドギャップでの最低値に近い値である（つまり AlGaAs ウィンドウ層を用いた場合の順方向電圧と略等しい）。順方向電圧低減層 7 を介在させることによって、p 型 GaP ウィンドウ層 6 と p 型クラッド層 5 とのヘテロ界面の電位障壁の発生を十分に抑制できた。また、順方向電圧低減層 7 を設けることで、従来の発光素子に対して輝度が低下することはなかった。

## 【0037】

（最適条件についての根拠）

p 型クラッド層 5 と p 型 GaP ウィンドウ層 6 との間の、バンド不連続に起因する電位障壁を低減するためには、p 型クラッド層 5 よりもバンドギャップが小さい介在層を設ければよいが、バンドギャップが活性層 4 よりも小さい順方向電圧低減層 7 を設けると、活性層 4 からの光が順方向電圧低減層 7 により吸収され、LED の光取り出し効率が極端に悪くなってしまう。したがって、順方向電圧低減層 7 のバンドギャップは、p 型クラッド層 5 よりもバンドギャップが小さく、かつ、活性層 4 よりも大きいことが好ましい。

## 【0038】

順方向電圧低減層 7 の導電型は、p 型クラッド層 5 及び p 型 GaP ウィンドウ層と同じ p 型であることが好ましく、そのキャリア濃度は  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以上  $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下であることが好ましい。順方向電圧低減層 7 のキャリア濃度が  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以下になると、順方向電圧低減層 7 の抵抗率が高くなって、順方向電圧が高くなってしまう。またキャリア濃度が  $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以上になると、結晶中の欠陥が増加し、発光効率の低下が見られるようになってしまう。

## 【0039】

順方向電圧低減層 7 は、下地となる p 型クラッド層 5 と格子整合していることが好ましい。格子整合していないと、エピタキシャル層に欠陥が発生し、発光効率の低下や、p 型 GaP ウィンドウ層 6 の表面の曇りといった問題が発生する。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施例では n 型導電性を有する基板を用いたエピタキシャルウェハ及び発光素子の場合で説明したが、これに限定されず p 型 GaAs 基板を用いたエピタキシャルウェハ及び発光素子でも同様の効果が得られる。

【 0 0 4 1 】

【発明の効果】

以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【 0 0 4 2 】

順方向電圧の低い発光素子が得られる AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子の提供を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハの一実施例を示す構造図である。

【図 2】

本発明の AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子による発光ダイオードの順方向電圧が低減できる理由の説明図である。

【図 3】

本発明の発光素子の発光特性図である。

【図 4】

発光波長 590 nm の AlGaInP 系発光ダイオード用エピタキシャルウェハの構造図である。

【図 5】

図 4 に示した AlGaInP 系発光ダイオード用エピタキシャルウェハの p 型 GaP ウィンドウ層と p 型 AlGaInP クラッド層のヘテロ界面付近のバンド構造の説明図である。

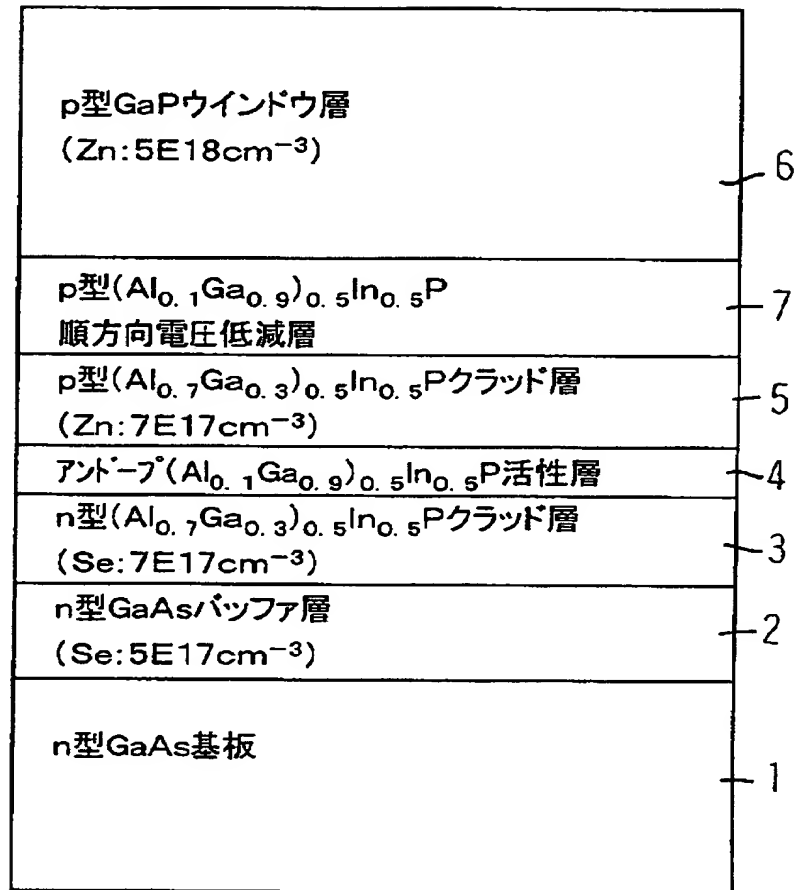
【符号の説明】

- 1 基板 (n 型 GaAs 基板)
- 2 n 型 GaAs バッファ層

- 3 n型  $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$  クラッド層
- 4 アンダーブ  $(\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9})\text{In}_{0.5}\text{P}$  活性層 (活性層)
- 5 p型  $\text{AlGaInP}$  クラッド層 (p型クラッド層)
- 6 p型  $\text{GaP}$  ウィンドウ層
- 7 介在層 (順方向電圧低減層)

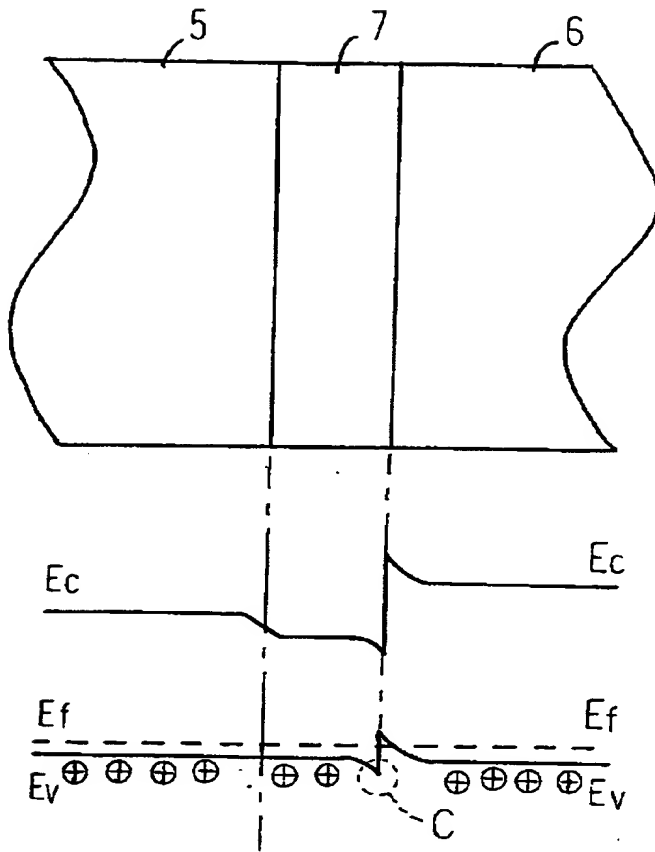
【書類名】 図面

【図 1】

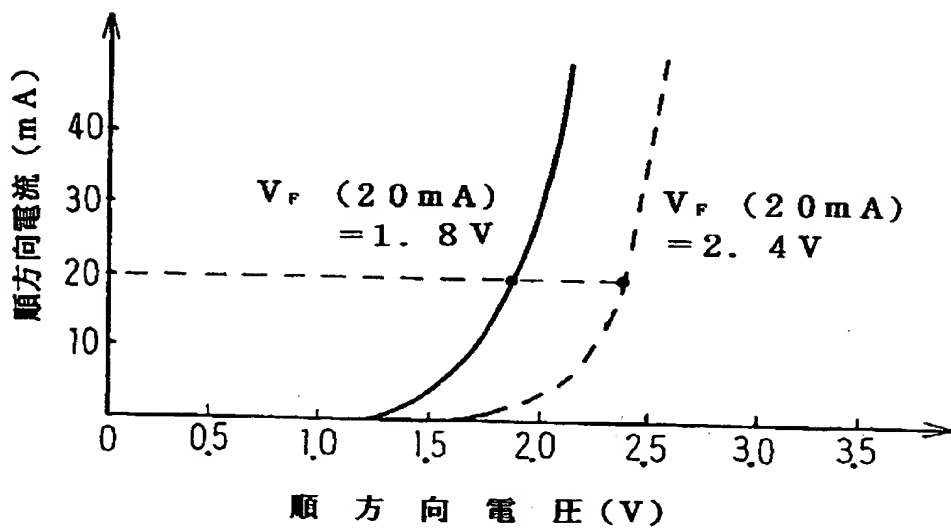




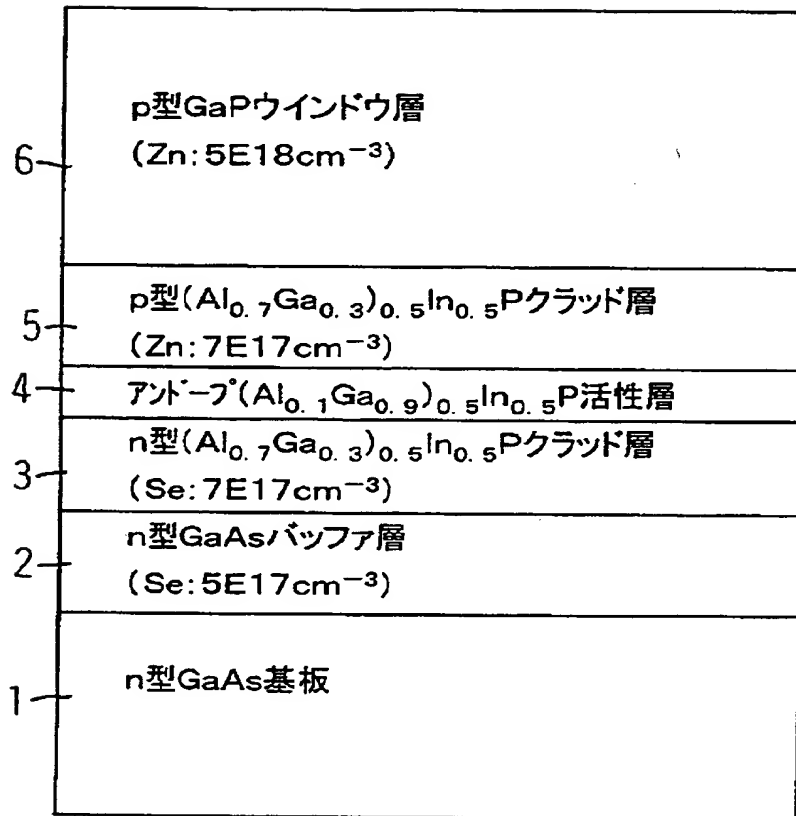
【图 2】



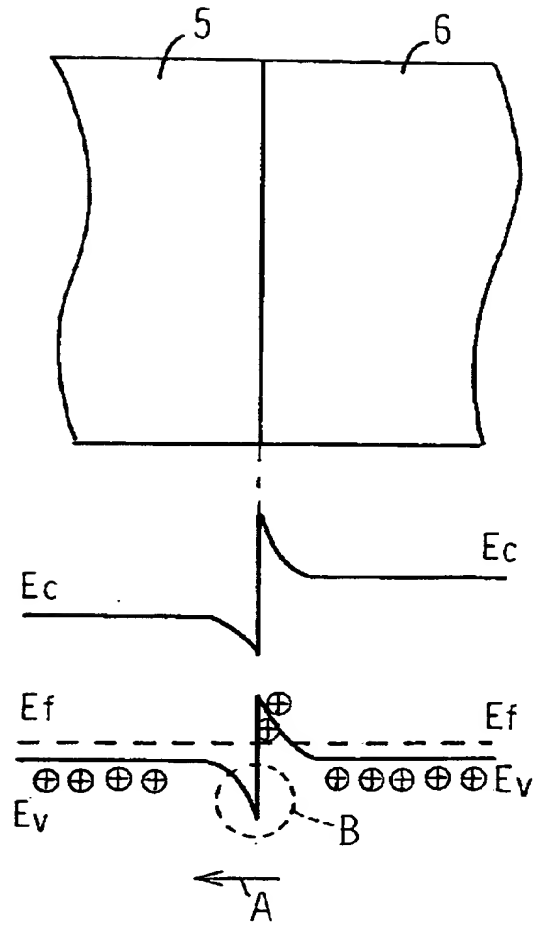
【图 3】



【図 4】



【图 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 順方向電圧の低い発光素子が得られる AlGaInP 系発光素子用エピタキシャルウェハ及び発光素子を提供する。

【解決手段】 p 型 AlGaInP クラッド層 5 と p 型 GaP ウィンドウ層 6 との間に、p 型 AlGaInP 層 5 よりもバンドギャップの小さい介在層としての順方向電圧低減層 7 を設けることによって、p 型 AlGaInP クラッド層 5 と p 型 GaP ウィンドウ層 6 とのヘテロ界面の電位障壁の発生が抑制され、発光ダイオードの順方向電圧が低下する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005120]

1. 変更年月日 1990年 8月21日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号  
氏 名 日立電線株式会社
2. 変更年月日 1999年11月26日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都千代田区大手町一丁目6番1号  
氏 名 日立電線株式会社